Aus der Berufsgenossenschaftlichen Klinik Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. L. Kreuz

Zur Frage der Entstehungsursachen und Therapie der Pseudarthrosen langer Röhrenknochen

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Christa Arras geb. Satzinger
aus Großkarolinenfeld

1964

7920

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Klinik Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. L. Kreuz

ZUR FRAGE DER ENTSTEHUNGS-URSACHEN UND THERAPIE DER PSEUDARTHROSEN LANGER RÖHRENKNOCHEN.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades der Medizin
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Eberhard - Karls - Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Christa Arras geb. Satzinger
aus Großkarolinenfeld
- 1964 -

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Dekan: Professor Dr. med. H. Harms

Berichterstatter: 1. Professor Dr. med. L. Kreuz

2. Professor Dr. med. H. Mau

Zur Frage der Entstehungsursachen und Therapie der Pseudarthrosen langer Röhrenknochen

(Erfahrungen an 100 Patienten)

Inhaltsangaben

A) Einleitung

Allgemeine Vorbemerkungen und spezielle Fragestellungen

B) Die Pseudarthrosen langer Extremitätenknochen

-Behandlungsergebnisse von 100 Patienten-

I. Die Pseudarthrose als anatomisch-pathologischer Begriff

1) Die straffe und die schlaffe Pseudarthrose

2) Entstehungsmöglichkeiten von Pseudarthrosen (Literatur)

a) Die kongenitalen Pseudarthrosen

b) Die Pseudarthrosen bei Allgemeinerkrankungen

(bei Tumoren, bei Nervenkrankheiten, bei Stoffwechselerkrankungen)

c) Die Pseudarthrosen bei lokalen Stoffwechselstörungen

d) Die Pseudarthrosen bei besonderen mechanischen Gegebenheiten

3) Entstehungsmöglichkeiten von Pseudarthrosen (eigene Beobachtungen)

II. Die Pseudarthrosen als chirurgisch-orthopädisches Problem bezüglich Verlauf und Therapie

1. Die operativen Behandlungsverfahren (Literatur)

2. Die Ergebnisse der operativen Behandlungen des eigenen Untersuchungsgutes

3. Die konservativen Behandlungsverfahren (Literatur)

4. Die Ergebnisse der konservativen Behandlungsverfahren am eigenen Untersuchungsgut

III. Das Pseudarthroseproblem und seine sozialen Auswirkungen

C) Zusammenfassung.

Nicht-heilende Knochenbrüche und insbesondere Pseudarthrosen stellen den Unfallchirurgen und den Orthopäden vor schwierige therapeutische Aufgaben, die nur selten auf einfachen Wegen gelöst werden können. Bestehen schon bei der Diagnostik Schwierigkeiten in der Abgrenzung der Frage, wann es sich noch um eine etwas verzögerte Knochenbruchheilung handelt und wann von einer Pseudarthrose gesprochen werden kann, so werden in der Therapie die Probleme noch größer, da in den meisten Fällen keine sog. typischen Behandlungsverfahren zur Anwendung gelangen können. Die Befunde und Verläufe sowie die fast stets zwischenzeitlich aufgetretenen Komplikationen zwingen dazu, von Fall zu Fall individuelle Behandlungspläne aufzustellen. Eine einfache kausale Therapie der Pseudarthrosen gibt es nicht, da deren Enstehung zum Teil noch völlig ungeklärt ist.

Für die Patienten bedeutet eine verzögerte Bruchheilung und das Auftreten einer Pseudarthrose bei den immer sehr langwierigen Behandlungen einschneidende Umstellungen der Lebensgewohnheiten. Hohe Kosten entstehen für die Versicherungsträger. Es wird zu einer sozialen Aufgabe, dem Patienten und seinen Angehörigen die entsprechende Hilfe zu gewähren, die während des langen Krankenlagers, der Arbeitsunfähigkeit und den Rehabilitationsmaßnahmen notwendig sind.

Nach diesen Überlegungen ist es interessant, die Pseudarthrosenfälle kritisch zu betrachten, die in den letzten vier Jahren an unserer Klinik stationär behandelt wurden.

Es soll ein Überblick gegeben werden über die Arten und die Lokalisationen der Pseudarthrosen an Hand unserer Patienten und über die Resultate der verschiedenen Behandlungsmethoden. Gleichzeitig wird versucht, auf einzelne Entstehungsmöglichkeiten der Pseudarthrosen einzugehen.

Als Berufsgenossenschaftliche Klinik nimmt unser Haus in derart eine Sonderstellung ein, als die meisten frischen Unfälle in den Krankenhäusern und Kliniken der unmittelbaren Umgebung des Unfallortes versorgt werden. Eine Überweisung zu uns erfolgt sehr oft erst dann, wenn im erstbehandelnden Krankenhaus die therapeutischen Möglichkeiten erschöpft sind oder nicht die Voraussetzungen dafür gegeben sind, weitere Behandlungsfortschritte zu erzielen. Diese Eigentümlichkeit führt dazu, daß gerade in einer Sonderklinik diejenigen Fälle, die eine verzögerte Knochenbruchheilung aufweisen, oder bei denen bereits eine Pseudarthrose eintrat, gehäuft zur Behandlung kommen. Zahlenmässige Vergleiche zwischen normalem und gestörtem Heilverlauf nach Frakturen sind daher nicht möglich. Im Rahmen dieser Arbeit wird nur auf die Fälle eingegangen, deren stationäre Behandlung bereits abgeschlossen ist. Auf eine besondere Auswahl im Hinblick auf Alter und Geschlecht wurde verzichtet.

Der Tabelle 1 ist zu entnehmen, um welche Extremitätenregionen es sich bei der Auswertung der hier zu besprechenden Pseudarthrosen im einzelnen handelt.

Tabelle 1.

Verteilung von 100 Pseudarthrosen auf die einzelnen Extremitätenknochen:

Lokalisation der Pseudarthrose:	Anzahl der Patienten:
am Humerus	11
an der Ulna	10
Am Radius	6
an Ulna und Radius	4
am Proc. styl. ulnae	3
an den Metacarpalia	3
an Phalanx I pollicis	5
am Collum femoris	16
am Femur	9
an der Tibia	24
an der Fibula	1
an Tibia und Fibula	1
am Malleolus medialis	6
am Malleolus lateralis	1
insgesamt:	100

I) Die Pseudarthrose als anatomisch-pathologischer Begriff.

Die bei einer Fraktur eingetretene Continuitätstrennung eines Knochens bleibt bei einer Pseudarthrose bestehen und der Stabilitätsverlust wird aufrecht erhalten. Die Pseudarthrose stellt nach GULEKE (1) die Endphase einer gestörten Knochenbruchheilung dar, da der Organismus

nicht mehr in der Lage ist, von sich aus den krankhaften Zustand zu ändern. Der Pathologe spricht von einer Pseudarthrose dann, wenn die knöcherne Heilung zweier Bruchenden dauernd ausbleibt oder wenn nach einer vorübergehenden Vereinigung der Knochenfragmente durch Callus sekundär erneut eine Spaltbildung an der Bruchstelle auftritt (1, 21, 41).

Dem Kliniker stellen sich bei der Diagnose einer Pseudarthrose in anatomisch-pathologischem Sinne Schwierigkeiten entgegen (17, 72). Zwischen einer Bruchheilung, die sich im Rahmen eines erfahrungsgemäß normalen Zeitraumes abspielt, einer verzögerten Callusbildung und einer echten Pseudarthrose gibt es fließende Übergänge. Während die verzögerte Callusbildung noch die Möglichkeit der knöchernen Konsolidierung offen läßt (9, 37, 41, 70), steht die Pseudarthrose am Ende der gestörten Heilung. Die reaparativen Vorgänge haben sich erschöpft (14, 58).

Nach KÜNTSCHER (37) gibt GULEKE die beste klinische Definition der Pseudarthrosen. Hierzu gehören die typische abnorme Beweglichkeit an der Bruchstelle, die röntgenologisch nachweisbare knöcherne Abdeckelung der beiden Markhöhlen und ein Fehlen jeglicher knöcherner Überbrückung am Bruchspalt. Oftmals kommt der Bruchspalt nur in einer bestimmten Ebene röntgenologisch zur Darstellung, so daß das Ausmaß der Bruchheilung leicht fehlerhaft beurteilt werden kann. Die Markierung des Bruchspalts wird mit zunehmendem Alter

der Pseudarthrose deutlicher (39). BÖHLER (9) sieht in der Abdeckelung der Markhöhle überhaupt das Charakteristikum der Pseudarthrose.

Nach der klassischen Einteilung unterscheidet man die schlaffen von den straffen Pseudarthrosen. Bei ersteren wird die Bruchstelle durch das sie umgebende Bindegewebe locker zusammengehalten (21, 41), bei letzteren erfolgt die Vereinigung der Fragmente durch straffes Bindegewebe. Die Nachahmung echter Gelenke kann dabei sehr weitgehend sein (5,56). Von einer reinen bindegewebigen Vereinigung (Syndesmose) über eine vorwiegend knorpelartige Umbildung (Synchondrose) bis zur mehr oder wenig vollständigen Nachahmung eines echten Gelenkes mit Ausbildung einer Kapsel und eines Knorpelüberzuges der Bruchenden reichen alle Möglichkeiten. In diesen Fällen liegt dann eine echte Nearthrose vor (41). Nach BIER (5) ist die Pseudarthrose dann einem echten Gelenk am ähnlichsten, wenn sie in der Gegend einer normalen Gelenkverbindung entsteht. Diese Einteilungen geben gleichzeitig auch noch einen gewissen Anhalt für die funktionellen Verhältnisse an der nicht verheilten Bruchstelle.

Die sogenannten congenitalen Pseudarthrosen sollen größtenteils auf intrauterine Entwicklungsstörungen zurückzuführen sein. Auch mechanische Einwirkungen auf das noch knorpelige Skelett des Kindes vor und unter der Geburt werden zu diesen Ursachen gezählt (28).

Bei den verschiedensten Allgemeinerkrankungen (41) wird die Entstehung von Pseudarthrosen beobachtet, die sich häufig aus Spontanfrakturen entwickeln. Unter den primären Knochentumoren ist dabei das Sarkom besonders hervorzuheben. Bei den sekundären Tumoren sind die Carcinommetastasen am bedeutungsvollsten. In allen diesen Fällen sind zwar gewisse Ansätze zu einer Callusbildung vorhanden, jedoch wird entweder dieser Callus durch ein rasches Geschwulstwachstum wieder zerstört, oder aber er wird von vornherein nur minderwertig angelegt.

Auch bei Knochenerkrankungen, wie der Osteodystrophia fibrosa generalisata und der Osteopathia deformans Paget, sind nach Spontanfrakturen Falschgelenksbildungen beobachtet worden. Ähnliches findet sich nach solchen Brüchen bei bestimmten Nervenkrankheiten, wie der Tabes, der Paralyse und der Syringomyelie. Bei diesen neurologischen Störungen ist es nicht so sehr die Störung der Callusbildung, die zur Pseudarthroseentstehung beiträgt, sondern mehr das fehlende Schmerzempfinden, welches oft schon primär das Entstehen der Fraktur übersehen lässt. Bei der heute nur noch selten auftretenden Stoffwechselerkrankung des Scorbut (13,32,41, 70) können sich nach Spontanfrakturen ebenfalls Pseudarthrosen entwickeln. Hierbei stehen die immer wieder auftretenden subperiostalen Blutungen einer normalen Callusbildung entgegen. Das gleiche gilt auch für die typischen Blutererkrankungen. Bei konsumierenden Erkrankungen und dem senilen Marasmus ist die Knochenneubildung erheblich he-

rabgesetzt und verlangsamt (21). RUTISHAUER und MAULBETSCH (63) fanden bei alten Menschen neben einer Osteoporose, die zu Spontanfrakturen und nachfolgenden Pseudarthrosen geführte hatte, gleichzeitig auch noch in allen Fällen andere Erkrankungen, wie Hypertonie, Nephrosklerose und Lebercirrhose, so daß wahrscheinlich nicht allein die Osteoporose für das gesamte Krankheitsgeschehen am Knochen verantwortlich zu machen ist.

Allgemein sind es lokale Stoffwechselstörungen, die in der Unfallchirurgie am häufigsten für die Entstehung einer verzögerten Bruchheilung verantwortlich zu machen sind. Die Differenzierung des mesenchymalen Gewebes zu Callus und zu Knochen erfordert eine optimale Blutversorgung. Besonders eigentümliche Gefäßversorgungen an bestimmten Knochenteilen bedingen nach einem Trauma eine gewisse Neigung zur Entwicklung von Pseudarthrosen. Hierbei sei an die Gefäßversorgungen zum Beispiel am Kahnbein und am Schenkelhals erinnert. Erst in neuester Zeit sind die Gefäßverhältnisse des Oberschenkelhalses umfangreich untersucht worden (25, 42,68). Bei den langen Röhrenknochen sind es die Verletzungen der speziellen Knochengefäße (Aa. nutriciae oder deren Äste), die die Knochenneubildung an der Bruchstelle verlangsamen bzw. sogar verhindern. Ähnlich verhält es sich mit den Störungen der Blutzufuhr am Periostschlauch. LEXER (45) und PAYR (56) haben die Ansicht vertreten, daß die durch das Trauma bedingte Unterbrechung der A. nutricia am häufigsten die Ursache einer Ernährungsstörung des Cal-

lusgewebes ist. Durch ungenügende Hyperämisierung des Bruchstelle tritt ein minderwertiger Callus auf und es kommt zum Erlahmen der knochenneubildenden Kräfte. Abdrosselungen der notwendigen Blutzufuhren entstehen jedoch nicht nur durch das Trauma als solches, sondern auch in der gesamten nachfolgenden Zeit besteht immer wieder die Möglichkeit, daß zusätzliche Gefäßschädigungen entstehen. Von ungenügenden Lagerungen bei der ersten Hilfeleistung angefangen bis zu allen späteren aus therapeutischen Gründen durchgeführten Manipulationen reicht hierbei die Skala. Im gleichen Zusammenhang müssen Nervenschädigungen erwähnt werden, die über die vegetativen Fasern ebenfalls einen erheblichen Einfluß auf die Stoffwechselverhältnisse haben können. Ganz allgemein werden unseres Erachtens die normalen reparativen Vorgänge an einer Bruchstelle dann gestört sein, wenn die katabolen Stoffwechselvorgänge stärker ausgeprägt sind als die anabolen. REHN (59) hat darauf hingewiesen, daß nach dem Abklingen des Wundschmerzes in der Bruchumgebung intermittierend tetanische Muskelkontraktionen auftreten und damit optimal die Blutversorgung anregen. Gröbere mechanische Einwirkungen können diesen Vorgang stören, so daß das junge mesenchymale Gewebe zu einer Fehldifferenzierung veranlasst wird im Sinne der Ausbildung eines lockeren oder straffen Bindegewebes.

Die Lokalisation der Bruchstelle ist oftmals für bestimmte Pseudarthrosenbildungen verantwortlich. Vor allem sind es die teilweise oder ganz innerhalb eines Gelenkes liegenden

Frakturen, die eine ausgesprochene Tendenz zur Falschgelenksbildung aufweisen. Dies steht wiederum im engen Zusammenhang mit den bereits erörterten Blutversorgungen. Im Extremfalle bildet sich zwischen einem von der Hauptblutzufuhr abgeschnittenen Fragment und dem noch gut versorgten Knochenstück nicht nur eine Pseudarthrose, sondern das ganze Fragment kann einer Nekrose anheimfallen. Dies sind Erfahrungen, wie man sie häufig bei Schenkelhalsbrüchen und Frakturen am Hals des Oberarmkopfes machen kann (68).

Im engen Zusammenhang mit den Störungen der Blutversorgung und den daraus resultierenden ungünstigen lokalen Stoffwechselverhältnissen sind auch die lokalen Infektionen an der Bruchstelle zu betrachten. Bakterienansiedlungen rufen mehr oder weniger ausgedehnte Entzündungsvorgänge in der Bruchumgebung hervor. Gelingt es den körpereigenen Abwehrkräften diese Entzündungsvorgänge eng begrenzt abzukapseln, so nimmt zwar der Entzündungsprozess nicht wesentlich weiter zu, jedoch wird durch Übergreifen der Entzündung auf Gefäßbahnen die Blutzufuhr zusätzlich ungünstig beeinflußt. Ist der Knochen selbst von der Infektion miterfasst und überwiegen - durch die Erregerabwehr bedingt - die knochenabbauenden Vorgänge die der Knochenneubildung, so ist der Falschgelenksbildung bereits Tür und Tor geöffnet. Damit wird es verständlich, daß alle offenen Knochenbrüche bei weitem mehr pseudarthrosegefährdet sind als die geschlossenen (41,70). Diese Tatsache konnte auch von uns

bestätigt werden, wie aus den späteren Ausführungen hervorgeht.

Zur Vollständigkeit sei an dieser Stelle auch erwähnt, daß in der Literatur immer wieder die im Verlaufe der Frakturbehandlung notwendigen zahlreichen Röntgenaufnahmen und die damit verbundene erhöhte Strahlenbelastung dafür verantwortlich zu machen seien, daß eine Schädigung der Callusbildung mit allen nachfolgenden Komplikationen auftreten kann (33).

Den lokalen mechanischen Kräftevorgängen an der Fraktur wird seit langem für die verzögerte Bruchheilung und die Entwicklung von Pseudarthrosen eine besondere Bedeutung beigemessen (9,30,37,39). Die Folgen fehlerhafter Behandlungen mit ungenügenden Repositionen, unzweckmässigen Extensionen und inkonsequenten und unzureichenden Ruhigstellungen der Fragmente wären ebenfalls hierher zu rechnen. Schon in der älteren Literatur sind zur Erklärung dieser Erscheinungen experimentelle Untersuchungen erwähnt, die zeigen, daß Scher- und Zugkräfte an einer Frakturstelle im Tierversuch Knorpelgewebe entstehen lassen (31,60). Der gleiche Mechanismus wird zur Erklärung dafür herangezogen, daß im Verlauf der Entstehung einer Pseudarthrose provisorisches Bindegewebe und primärer Callus statt zu Knochen in knorpelartiges Gewebe umgebaut wird (62,64,65). Der mangelhaften Bruchendenfixation ist das Persistieren eines Bruchspaltes zur Last zu legen (37).

WITT (70) nennt als Kardinalfehler in der Bruchbehandlung die zu kurze Ruhigstellung der Fragmente. Besonders ungünstig tritt dieses dann in Erscheinung, wenn keine achsengerechte Fragmentstellung zu erreichen ist. PAUWELS (53) stützt sich auf das ROUX'sche Gesetz, wonach durch Druck Callus erzeugt wird, während Zug- und Scherkräfte seiner Ausbildung entgegenwirken. Seine besonderen diesbezüglichen Untersuchungen galten der Entstehung von Pseudarthrosen durch Fehlstatik und Fehlfunktionen bei Schenkelhalsbrüchen. Die Heilungsaussichten am Schenkelhals sind umso günstiger, je kleiner der Neigungswinkel zwischen der Bruchlinie und der Horizontalen ist. Auf die Schaftbrüche der Extremitätenknochen bezogen heißt dies, daß der querverlaufende Bruchspalt in statischer Hinsicht günstiger für eine Bruchheilung ist als der schräg- oder fast längsverlaufende. Rotatorische Kräfte fördern die Entwicklung einer Pseudarthrose, wie BRANDT gezeigt hat (12).

Die schlechten mechanischen Einwirkungen auf eine Bruchheilung sind vor allem bei Frakturen vorhanden, die eine mehr oder weniger deutliche Dislokation aufweisen. Die verschiedenartigsten Kräftewirkungen einzelner Muskelgruppen tragen zur ungünstigen Fragmentstellung bei. Verliert eine Muskelgruppe ihre physiologische Spannung, während der Zug der Antagonisten ungestört ist, so muß es zum Abweichen der Bruchenden kommen. WITT, BRANDT und POMMER (13,57,70) haben diese mechanischen Eingriffe auf ein Knochenregenerat und deren Beziehung zur Entstehung von Pseudarthrosen aus-

führlich dargelegt. In jüngster Zeit hat WITT vor allen den Schrägbelastungen an Bruchstellen die größte Bedeutung für die Entstehung von Falschgelenken beigemessen. MARTIN (46,47) weist auf den sogenannten sympathischen Knochenschwund bei der Pseudarthroseentstehung hin, und zwar an Hand der Fälle, bei denen an paarigen Extremitätenknochen der eine vom Trauma verschont blieb. HENSCHEN (23,24 vertritt die Ansicht, daß die gestörte Bruchheilung in einer mechanischen Beunruhigung des kristallinischen Feinbaues der organischen Knochensubstanz zu sehen sei.

Die sogenannte Sperrwirkung durch unversehrt gebliebene Knochen an einer zweiknochigen Extremität verdienen innerhalb des Kapitels der Pseudarthrosenentstehung eine besondere Betrachtung (12). Als klassisches Beispiel gilt hier die Schienbeinpseudarthrose, die durch eine Sperrwirkung einer unversehrt gebliebenen Fibula oder bei einem rascher geheilten Fibulabruch entstehen kann. Fast den gleichen Mechanismus gibt es bei der Verwendung einer Lane'schen Platte zur Bruchbehandlung. Auch hier kann die eingesetzte Metallplatte eine Sperrwirkung verursachen, wenn gewisse Resorptionserscheinungen an der Bruchstelle auftreten. Der innige Kontakt zwischen den Bruchenden wird verhindert.

In ähnlicher Weise wird der harmonische Kontakt an einer Bruchstelle dann verhindert, wenn übermässige Extensionen zur Anwendung gelangen. BÖHLER (10) macht überhaupt die Extensionen durch zu starke Gewichte und zu lange durchge-

führte dafür verantwortlich, daß verzögerte Bruchheilungen und deren weitere Komplikationen auftreten können. Er bezieht die häufiger beobachteten Pseudarthrosen in und nach dem zweiten Weltkrieg auf die während dieser Zeit viel mehr geübte Praxis der Zugverbände, wobei er sich auf eine Statistik von KASPAR beruft (zit.nach 10). Schon BLOCK (7) schreibt, daß keines der angewandten Extensionsverfahren bei der Knochenbruchbehandlung völlig frei von Gefahren ist und daß sogar die leistungsfähigsten unmittelbaren Knochenzüge ganz besondere Schwierigkeiten in sich tragen. Er weist hauptsächlich auf die übermässige Zugwirkung, die ungenügende Ruhigstellung der Bruchstücke und die falsche Lagerung im Extensionsverband hin. WITT (70) mißt diesen fehlerhaften Behandlungen die wesentlichste Bedeutung für die Pseudarthroseentstehung bei.

Ein ähnlicher Extensionseffekt kann auch durch das Gewicht des peripheren Extremitätenstückes besonders an der oberen Gliedmaße ausgelöst werden. Durch das Eigengewicht des körperfernen Fragmentes wird ein Zug ausgeübt, der sich nach dem Roux'schen Gesetz schädlich auf die Knochenneubildung auswirken muß. Einer Vereinigung der Bruchenden stehen ferner größere Knochendehiszenzen entgegen, wie sie primär oder sekundär nach einer Trümmerfraktur auftreten können. Entweder ist von vornherein ein so großes Knochenstück ausgesplittert und verlagert, daß ein unüberbrückbarer Defekt zustande kommt, oder aber im weiteren Verlauf treten Sequestrierungen auf. Eine Bruchheilung auf konservativem Wege

ist in diesen Fällen ausgeschlossen, da aus den Weichteilen ein Narbengewebe zwischen die Bruchenden einspriesst, aus dem kein Knochenregenerat hervorgehen kann.

Diese sogenannten Defektpseudarthrosen können in ihrer Deformierung und abnormen Beweglichkeit groteske Ausmaße erreichen (71). Bei der sekundären Defektpseudarthrose muß auch noch die operative Entsplitterung von Frakturen erwähnt werden, wie sie vor allem im ersten Weltkrieg angewendet worden ist (41). Zahlreiche Trümmerschußbrüche führten im ersten Weltkrieg zu Pseudarthrosen, wofür man dieses operative Vorgehen verantwortlich machte (39,52). Selbstverständlich hat eine operative Entsplitterung dann seinen Wert, wenn es sich darum handelt, bereits infizierte oder abgestorbene Knochenstücke zu entfernen.

Die lokalen Gegebenheiten bei den Interpositions-Pseudarthrosen sind praktisch die gleichen, wie bei den Defektpseudarthrosen, nur werden hier gleich von vornherein andere Gewebe zwischen die Bruchenden eingelagert (5,35,52,61). LAUCHE (41) ist der Ansicht, daß aus den zwischengelagerten Muskel- und Fascienteilen durch allmähliche Resorption und Umbau bindegewebige Elemente entstehen, die einer Vereinigung der an den Bruchenden entwickelten Callusmassen entgegenwirken. Voraussetzung hierfür sei es jedoch, daß größere Weichteilmassen interponiert werden, was nur an bestimmten Körperregionen möglich ist (15,44). Nach

LEXER (44) kann zwischengelagertes fremdes Gewebe von dem entstehenden Callus nur dann nicht überwunden werden, wenn von vornherein schlechte Ernährungsbedingungen für das Knochenregenerat vorliegen. BÖHLER (9) mißt diesem im allgemeinen keine nennenswerte Bedeutung zu, läßt jedoch die Weichteilinterpositionen für die Entstehung der Fußknöchel-Pseudarthrosen gelten. Von WITT (70) wird ganz allgemein dieser Mechanismus für die Entstehung von Pseudarthrosen in Frage gestellt.

Im Nachfolgenden soll versucht werden, an Hand der von uns beobachteten Pseudarthrosen auf deren Entstehungsmöglichkeiten einzugehen.

Von insgesamt 24 Unterschenkelbrüchen, aus denen sich eine Schienbeinfalschgelenksbildung entwickelt hatte, waren 21 offene Frakturen gewesen. Dies stimmt mit den Beobachtungen von GEORG (18) überein, der aus der Chirurgischen Universitätsklinik Heidelberg berichtet hat, daß fast die Hälfte aller offenen Frakturen zu einer Pseudarthrose geführt hatten. Auch KAGER (29) fand unter 71 primär offenen Unterschenkelbrüchen in 33 Fällen eine Pseudarthrose. In Tabelle 2 sind unsere 24 Schienbein-Pseudarthrosen zusammengestellt mit gesonderten Angaben der in der Zwischenzeit durchgeführten Behandlungen und Komplikationen, nach stationärer Aufnahme bei uns. Allein in 17 unserer 24 Pseudarthrose-Fälle unterblieb die Wadenbeinresektion als Frakturbehandlung im erstbehandelnden Krankenhaus auch dann,

als es sich zeigte, daß die Bruchheilung verzögert war. Wenn auch unter Berücksichtigung aller übrigen bei unseren Patienten vorhandenen Komplikationen die Sperrwirkung sicher nicht die alleinige Ursache für die Entwicklung einer Pseudarthrose abgegeben hat, so möchten wir dieser doch zumindest eine sehr wesentliche Teilursache beimessen. Bei einem Patienten entwickelte sich primär eine solch ausgedehnte Osteomyelitis, daß infolge der Abstoßung eines großen Knochensequesters eine Defekt-Pseudarthrose entstand. In diesem Falle dürfte die Osteomyelitis als alleinige Ursache der Defekt-Pseudarthrose infrage kommen. In einem anderen Falle ist anzunehmen, daß ebenfalls die Osteomyelitis ausschlaggebend für die Entwicklung eines Falschgelenkes war, da hier bereits primär eine Wadenbeinresektion erfolgt war. Der gesamte komplizierte Heilverlauf war allein durch die schwere Osteomyelitis gekennzeichnet. Trotz fortschreitender Osteomyelitis bzw. eines anhaltenden chronischen Entzündungsprozesses mit rezidivierender Fistelabsonderung gelang es, zehn Schienbeinpseudarthrosen nach Wadenbeinresektion zur knöchernen Konsolidierung zu bringen.

Bei allen von uns zur Behandlung übernommenen Schienbein-Pseudarthrosen gingen der Hälfte der Fälle eine Extensionsbehandlung voraus. Inwieweit dabei Fehlermöglichkeiten bestanden haben, lässt sich nachträglich nicht beurteilen. Nur bei einem Patienten hatte man bei der Erstversorgung des Schienbeinbruches eine operative Entsplitterung vorge-

Tabelle 2.

Vorausgegangene Behandlungen und Komplikationen bei 24 Schienbeinbrüchen, aus denen sich Pseudarthrosen entwickelten

	Befund bei Behandlungsübernahme						
Fall	Zustand nach Extension	Fibula nicht reseziert	Osteomyelitis ohne Defektbild.	Osteomyelitis mit Defektbild.	Fehlstellung bei unterlass. Reposition	Defektbild. nach operat. Splitterentf.	Anzahl der Fälle
A	x						3
B	x						
C	x						
D		x					3
E		x					
F		x					
G	x	x					5
H	x	x					
J	x	x					
K	x	x					
L	x	x					
M			x				2
N			x				
O		x	x				3
P		x	x				
Q		x	x				
R	x	x	x				4
S	x	x	x				
T	x	x	x				
U	x	x	x				
V				x			1
W		x		x			1
X	x				x		1
Y	x	x				x	1
24							24

nommen, ohne daß die Verbindung der Bruchenden wiederhergestellt werden konnte.

Wesentlich komplizierter liegen die Verhältnisse am Unterarm, da hier die möglichen Umwendebewegungen zwischen Elle und Speiche zusätzliche mechanische Störfaktoren in sich bergen. WITT (70) möchte den mechanischen Sonderheiten die Hauptursache für die Entstehung der Unterarm-Pseudarthrosen zusprechen.

Die lokalen Entzündungsprozesse nach einer Fraktur des Unterarmes spielen nach unseren Erfahrungen für die Entstehung einer Pseudarthrose nicht die ausschlaggebende Rolle wie am Unterschenkel. Nur einmal beobachteten wir eine Unterarmpseudarthrose, deren Entstehung man einer floriden Osteomyelitis zur Last legen mußte. In allen anderen Fällen waren selbst bei den offenen Brüchen zwischenzeitlich aufgetretene Entzündungsprozesse rasch wieder zur Abheilung gelangt.

Auch die Sperrwirkungen eines Knochens treten am Unterarm für die Entstehung einer Pseudarthrose nicht derart hervor, wie am Unterschenkel. Wie aus der Tabelle 3 ersichtlich, umfassen unsere Beobachtungen insgesamt 20 Pseudarthrosen am Unterarm, wobei allein in 15 Fällen sowohl Elle als auch Speiche gebrochen waren. Die primäre Sperrwirkung eines Knochens entfällt dabei und erst im weiteren

Verlauf kann sich eine solche bemerkbar machen, wenn einer der beiden Unterarmknochen rascher zur Festigung gelangt als der andere, wie wir es elfmal antreffen konnten. Da bei drei kompletten Unterarmbrüchen einer der Knochen primär genagelt worden war und gerade an diesem später die Pseudarthrose eintrat, erscheint uns die Bedeutung der Sperrwirkung am Unterarm nicht so wesentlich wie am Unterschenkel. Eindeutige Hinweise für besonders erhebliche Zug- und Scherkräfte, die man evtl. für die Entstehung einer Unterarm-Pseudarthrose in unseren Fällen verantwortlich machen könnte, hatten wir nicht.

Tabelle 3

Verteilung von 20 Unterarmbrüchen auf die einzelnen Knochen

primäre Fraktur an:		davon offen	davon geschlossen
Ulna	2	--	2
Radius	3	2	1
Radius und Ulna	15	7	8
zusammen	20	9	11

Wie bereits erwähnt, begünstigen nach PAUWELS die besonderen Kräfteverhältnisse im medialen Anteil des Oberschenkelhalses die Entwicklung von Pseudarthrosen nach Schenkelhalsfraktur. Insgesamt beobachteten wir an 16 Schenkelhals-

Pseudarthrosen, daß 12 aus einer medialen Schenkelhalsfraktur hervorgegangen waren. Eine einheitliche Klärung für die Entstehung der von uns behandelnden Schenkelhals-Pseudarthrosen können wir nicht abgeben. Nur bei drei Patienten lagen Sonderheiten vor, die hier erwähnt werden sollen. Sind schon die funktionellen Verhältnisse im medialen Schenkelhalsabschnitt gewissermaßen disponierend für eine Pseudarthroseentstehung, so wird es verständlich, daß bei zusätzlichen funktionsstörenden Faktoren die Bereitschaft hierfür noch mehr ansteigt. So hatte ein 52-jähriger Patient eine Little'sche Erkrankung. Die besonders starke Spastizität war unseres Erachtens nach die Ursache des nicht heilenden medialen Schenkelhalsbruches. In einem anderen Fall entstand eine ausgedehnte Defekt-Pseudarthrose des Schenkelhalses durch eine Osteomyelitis. Die dritte Beobachtung war eine Schenkelhalspseudarthrose nach einer Refraktur, wobei wir annehmen möchten, daß bei dieser 67-jährigen Frau mit seniler Osteoporose die regenerierenden Kräfte zur Erschöpfung gekommen waren.

Ähnlich wie bei den Unterschenkelpseudarthrosen fanden wir auch bei den Falschgelenksbildungen an den Oberschenkelknochen von insgesamt neun Fällen, daß siebenmal primär eine offene Fraktur bestanden hat. Eine Osteomyelitis hat sich dabei in drei Fällen entwickelt, die einmal nach einer größeren Sequesterbildung eine Defekt-Pseudarthrose hinterlassen hat. Nur bei den drei Patienten mit einer Osteomyelitis an der Oberschenkelbruchstelle halten wir die Ent-

stehung der Pseudarthrose durch den Entzündungsprozess und die Infektion für geklärt. Bei allen anderen sind Rückschlüsse auf deren Entstehungsursachen nicht möglich. Vorausgegangene, sogenannte Behandlungsfehler, wie zu lange oder zu starke Extension, entzogen sich einer Überprüfung.

Die elf Oberarmpseudarthrosen unseres Krankengutes entwikkelten sich aus fünf offenen und sechs geschlossenen Frakturen. In keinem Falle bestand eine Osteomyelitis oder war eine solche vorausgegangen. Meistens konnte eine mangelhafte Bruchfixierung für die verzögerte Bruchheilung angeschuldigt werden. Am interessantesten waren dabei zwei Fälle, bei denen es zu einem Bruch des Küntschernagels kam, der bei einem Patienten nicht entfernt worden war. Man hatte hierbei versucht, mit weiterer Ruhigstellung im Gipsverband noch eine Bruchheilung zu erreichen. Bei einem zweiten Patienten ist im Abstand von acht Monaten zweimal der Marknagel gebrochen und die dann vorgenommene Spananlagerung brachte ebenfalls keinen Erfolg. Ein zu kurzer Nagel, der das Bruchgebiet nach distal nur wenig überragte, mußte ebenfalls aufgrund der sehr mangelhaften Fixierung der Pseudarthroseentstehung zur Last gelegt werden. Insgesamt konnten wir feststellen, daß bei elf Oberarmpseudarthrosen nur bei einem Patienten ein Thoraxabduktionsgips angelegt worden war. Bei allen übrigen war die Behandlung in einem Extensionsverband (vier Patienten), oder mit einer Marknagelung (fünf Patienten) bzw. in einer Ruhigstellung im einfachen Oberarmgipsverband (ein Patient) für ausreichend

erachtet worden. Es muß die Vermutung ausgesprochen werden, daß selbst nach einer noch so idealen Marknagelung des Oberarmbruches bei zu frühzeitiger starker funktioneller Beanspruchung des körperfernen Extremitätenteiles doch noch solch wesentliche Distraktionskräfte in Erscheinung treten können, daß sie einer soliden Vereinigung an der Bruchstelle entgegenwirken. Auch BÖHLER (9) und WITT (70) haben wiederholt auf das gesamte Problem der Distraktionen bei der Oberarmbruchbehandlung hingewiesen.

Am Daumengrundglied bestanden bei fünf Patienten Pseudarthrosen und dreimal hatten wir solche eines Mittelhandknochens in Behandlung. Eine besondere Entstehungsursache war bei drei Daumengrundgliedbrüchen in einem eingetretenen Knochendefekt zu erblicken. Bei zwei Mittelhandbrüchen vermuten wir, daß die Pseudarthrose dadurch entstand, daß die gleichzeitig eingetretenen weiteren Mittelhandbrüche rasch und schnell verheilten und eine gewisse Sperrwirkung verursachten.

In Übereinstimmung mit den Literaturangaben (70) fanden auch wir wesentlich mehr Pseudarthrosen des Fußinnenknöchels als des Außenknöchels. Von einigen Autoren werden die besonderen Bandverbindungen, die vom Fußinnenknöchel zum Fersen-, Sprung- und Schienbein führen, dafür verantwortlich gemacht, daß bereits kleinste Bewegungsausschläge des Fusses Zugwirkungen auf das Bruchstück ausüben und seine Anheilung verhindern. Auch Schrumpfungsvorgänge in diesen

Bändern sollen eine ähnliche Wirkung haben. Unsere Beobachtungen reichen nicht aus, hierzu kritisch Stellung zu nehmen. Bei den doppelten Knöchelfrakturen glaubt ROSTOCK (61), daß es die Kippbewegungen des führungslos gewordenen Sprungbeines sind, welche den Bruchspalt offen halten. Indirekt dürfte unseres Erachtens auch dieses mit den Sonderheiten des Bandapparates in Verbindung stehen.

II) Die Pseudarthrosen als chirurgisch-orthopädisches Problem bezüglich Verlauf und Therapie

Wenn man die zur Behandlung von Pseudarthrosen empfohlenen Verfahren überblickt, so sind es zwei prinzipielle Überlegungen, die es gegeneinander abzuwägen gilt: Sollen die Behandlungen solange durchgeführt werden, bis letztlich eine solide Bruchfestigung erreicht ist, auch wenn man dabei mehr oder weniger erhebliche Versteifungen der benachbarten Gelenke in Kauf nimmt, oder ist es wertvoller, gute Gelenkbeweglichkeiten zu erhalten beim Fortbestehen der Pseudarthrose. ALLGÖWER (2) sagt, daß das Kernproblem aller Frakturbehandlungen paradoxerweise gar nicht so sehr in der Knochenheilung liegen würde, da man diese bei genügender Ruhigstellung praktisch immer erreichen würde, sondern vielmehr in den Schäden zu suchen sei, die an den benachbarten Muskeln und insbesondere an den Gelenken im ge-

samten Verlauf auftreten. Wenn auch diese grundsätzlichen Überlegungen zwei Extreme beinhalten, so dürfte doch stets ein Behandlungsversuch mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln notwendig sein. Von welchem späteren Zeitpunkt an andere Überlegungen Platz greifen, wird von Fall zu Fall dem einzelnen Behandler zur Entscheidung überlassen bleiben. Das erste Ziel bleibt die Wiederherstellung stabiler Knochenverhältnisse.

Die operativen Maßnahmen stehen bei der Behandlung der Pseudarthrosen im Vordergrund (9,39,70). LANGE hält die Operation überhaupt für das einzig richtige Behandlungsverfahren bei der Falschgelenksbildung. Nach WITT (70) ist die Pseudarthroseoperation dann gerechtfertigt, wenn der funktionelle Ausfall erheblich ist. Ziel dieser Therapie ist es, neue, geordnete Knochenbildungsvorgänge in Gang zu setzen, achsengerechte Stellungen zu erreichen, evtl. Defekte zu überbrücken, Zug- und Scherkräfte auszuschalten, Entzündungen und Infektionen zu beseitigen, um praktisch wieder optimale Verhältnisse zur Vereinigung der Bruchenden zu schaffen. Alle diese Forderungen sind jedoch in der Regel nie gleichzeitig zu erfüllen, da lange Zeit verstrichen ist, ehe die Pseudarthrosebehandlung einsetzt und oft zum Teil nicht unerhebliche Komplikationen vorausgingen.

Man muß bei den Operationen zwei Gruppen unterscheiden. Die einen dienen überhaupt erst einmal der Schaffung ge-

wisser günstiger Voraussetzungen, ehe man mittels der anderen an die Pseudarthroseoperation herangehen kann, die eine Synthese der Bruchenden bewirken soll. Unter den Voroperationen wären zu verstehen die Entfernung infizierter oder nekrotischer Gewebsteile, Hautplastiken, die aus einer offenen eine geschlossene Pseudarthrose machen und alle die Eingriffe, die Störungen in der Gewebsernährung beseitigen. Neben diesen Maßnahmen sind auch alle die Therapien notwendig, die den Allgemeinzustand des Patienten so weit verbessern, daß er überhaupt operationsfähig wird. Gelingt dies nicht, wie in manchen Fällen auf Grund einer Allgemeinerkrankung, so scheiden von vornherein größere Operationsverfahren aus und den konservativen Methoden ist der Vorzug zu geben.

In der Literatur werden die folgenden Methoden der operativen Pseudarthrosenbehandlungen beschrieben:

1) Die Bruchrevision als kleiner nicht sehr belastender Eingriff, vor allem bei älteren Patienten oder wenn die Gefahr besteht, daß durch einen größeren Eingriff abgeklungene Infektionen wieder aufflackern. Hierunter ist zu verstehen die Anfrischung und Aufeinanderstellung der Fragmente mit evtl. Entfernung interponierten Gewebes.
2) Die BECK'sche Bohrung unter der Vorstellung, daß die entstehenden Knochensplitter und der Bluterguß einen callusfördernden Einfluß haben (22).

3) Die Aufsplitterung der Bruchenden nach KIRSCHNER und die Modifikation der Splittervermehrung durch autoplastisches Material (4).
4) Die Osteosynthesen mit körpereigenem Material.

a) Die ersten klinischen Erfahrungen mit Knochentransplantaten verdanken wir LEXER (43,45). Seine Gedanken und Methoden beherrschen auch heute noch in ausgedehnter Weise die Knochenbruchbehandlung. Zwei Dinge sind es, die gleichzeitig vom Knochenspan bewirkt werden: Einesteils überbrückt der Span den Knochenschaden und zum anderen wirkt er als starker Reiz für die Knochenneubildung. Auf die einzelnen Theorien des Wirkungsmechanismus von Knochentransplantaten sollen im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden.
Je nach dem zur Verpflanzung kommenden Knochengewebe unterscheidet man den festen Knochenspan, bestehend aus Periost und Compacta, den biegsamen Knochenspan aus Periost und Knochenlamelle, weiche Knochenspäne aus der Beckenschaufel oder von einer Rippe sowie das Spongiosamaterial. LEXER (43,45) legte besonderen Wert darauf, daß der Span fest an- bzw. eingelegt wird, worauf auch BÖHLER (9) hinweist. Der klassische Knochenspan nach LEXER soll seitlich in einen Knochenfalz eingefügt werden. In Anlehnung hieran wäre die Spanverriegelung zu nennen, die sich im Prinzip nur durch einen sehr großen stabilen Knochenspan unterscheidet.

b) Eine Vereinfachung des Verfahrens brachte der PUTTI-STER-Span, wobei das Knochenstück der Bruchstelle nur angelagert wird und Periost sowie Weichteile straff über dem Transplantat vernäht werden. Selbstverständlich müssen dabei das Periost- und Bindegewebsmaterial intakt bleiben (38). Die Operation ist relativ rasch und wenig eingreifend (50), worauf in letzter Zeit WITT (71) hinwies, der gleichzeitig auch noch die relative Gefahrlosigkeit des Eingriffes betont.

c) Für die Spongiosatransplantation nach MATTI (48) kommen nur ganz bestimmte Indikationen infrage, da eine gute End-zu-Endstellung der Bruchflächen hierfür Voraussetzung sind.

5) Die Osteosynthesen mit körperfremden Material.

a) Die allgemeine Anwendung von Cerclagedrähten und Bohrdrähten ist im allgemeinen in der Behandlung von Pseudarthrosen nicht üblich. Sie können jedoch unter bestimmten Voraussetzungen in Kombination mit den Knochenspanverfahren benutzt werden.

b) Die KÜNTSCHER-Nagelung nimmt unter den Osteosynthesen eine Sonderstellung ein. KÜNTSCHER (36) steht auf dem Standpunkt, daß sich die Mehrzahl der Pseudarthrosen durch geschlossene Nagelung heilen lassen und von ihm wird das Anfrischen der Bruchenden, das Herausschneiden von Bindegewebe aus den Pseudarthrosen und die Anlagerung von Knochenspänen sowie die Verwendung eines zusätzlichen Gipsverbandes für überflüssig erachtet. WITT (70)

hält die KÜNTSCHER-Nagelung für besonders günstig bei Osteosynthesen des Oberschenkels und für weniger geeignet bei Schien- und Oberarmbrüchen. Auch BÖHLER (9) und LANGE (39) befürworten nicht den KÜNTSCHER-Nagel an Tibia und Humerus. MÜLLER (49) glaubt, daß bei richtiger Technik der KÜNTSCHER-Nagelung optimale Behandlungsmöglichkeiten, besonders in funktioneller Hinsicht, erreicht werden können. WERWIE (69) hat auch am Schienbein mit Marknagelung nach KÜNTSCHER gute Erfahrungen gesammelt. Die Nagelung beider Unterarmknochen wird von WITT (70) abgelehnt, da er dabei schwere Callusverzögerungen beobachtete. Die Methode der KÜNTSCHER-Nagelung hat sich allgemein in der Frakturen- und Pseudarthrosebehandlung durchgesetzt, wobei jedoch die Diskussionen um die einzelnen Indikationen noch nicht zum Abschluß gekommen sind.

c) Die Doppeldrahtdruckosteosynthese soll nach WUSTMANN (72) eine Methode sein, die zur Pseudarthrosebehandlung sehr geeignet ist. Eine Ausnahme hierfür stellen nur die kongenitalen und großen Defektpseudarthrosen dar. Er baut auf den Tierversuchen von KROMBECHER auf. Durch Druckanwendung sollen sich undifferenzierte Zellen des pluripotenten Mesenchymgewebes über Knorpelcallus zu knöchernem Callus differenzieren.

d) Die LANE'sche Platte wird heute in Deutschland für die Pseudarthrosebehandlung kaum mehr verwendet. Nur in Kombination mit Knochenspantransplantaten soll sie nach WITT (70) noch von einigen Autoren angewendet werden.

6) Die kombinierten Osteosynthesen mit körpereigenem und körperfremdem Material.
Ihre gute Erfahrungen mit der KÜNTSCHER-Nagelung und gleichzeitiger Knochenspananlagerung haben NUSSELT (50) sowie GRIESSMANN und SCHÜTTENMEIER (19) veröffentlicht. Letztere verwiesen dabei ausdrücklich auf die günstigen Resultate bei Ellen- und Speichenpseudarthrosen.

7) Die Osteotomien und Resektionen bei paarigen Extremitätenknochen.
Vor allem zur Beseitigung der Sperrwirkungen eines erhalten gebliebenen oder bereits wieder verheilten Wadenbeines kommen diese Methoden zur Anwendung. LEXER (43,45) und BRANDT (12) wiesen als erste daraufhin. WITT (70) verzichtet fast nie auf die Wadenbeinresektion bei der Schienbeinfalschgelenksbildung. Für die Pseudarthrose eines Unterarmknochens und der Beseitigung der Sperrwirkung des erhaltenen Knochens kommen analog die gleichen Verfahren zur Anwendung (35,67,70).

8) Die Umlagerungsosteotomie.
Diese Methode kommt bei den Schenkelhalspseudarthrosen zur Anwendung. Durch eine subtrochantere Keilresektion werden die Bruchflächen in eine mehr horizontale Ebene verlagert und dabei die Scher- in Druck-

kräfte umgewandelt. PAUWELS (54,55) hält dieses Verfahren als die Methode der Wahl bei allen straffen Schenkelhalspseudarthrosen, jedoch nicht bei den meisten schlaffen Pseudarthrosen. Hier könnten auch bei Anfrischung der Bruchflächen die ungünstigen verschiebenden Kräfte nicht voll ausgeschaltet werden, so daß zusätzlich zu einer Dreilamellennagelung geraten wird. Auch über Jahre bestehende Pseudarthrosen sind durch die Umlagerungsosteotomie noch zur Ausheilung gebracht worden.

9) Seltenere Verfahren einer Pseudarthroseoperation. Auf LEXER geht das Verfahren der Arthroplastik bei Schenkelhalspseudarthrosen zurück, und zwar in den Fällen, bei denen der Oberschenkelkopf nekrotisch geworden ist und entfernt werden kann. OBERDAHL-HOFF (51) empfiehlt bei der Schenkelhalspseudarthrose die Doppelbolzung. Schließlich seien noch die Amputationen erwähnt, zu denen man sich bei völlig therapieresistenten Pseudarthrosen entschließt, und zwar dann, wenn eine konservative Apparatversorgung ein schlechteres funktionelles Ergebnis erwarten lässt als die prothethische Versorgung.

Da es sich bei unseren 100 Pseudarthrosefällen nicht um ein einheitliches Krankengut handelt, sondern die einzelnen Körperregionen in sehr unterschiedlichen Zahlen vertreten sind, kann eine zusammenfassende, statistische Aus-

wertung unserer Behandlungsergebnisse nicht vorgenommen werden. Es wird daher das Behandlungsresultat aufgeteilt nach den einzelnen Extremitätenabschnitten besprochen. Es sei an dieser Stelle nochmals erwähnt, daß es sich bei den von uns untersuchten Fällen auf Grund der Sonderstellung unserer Klinik um ein ausgesprochen ausgesuchtes Krankengut handelt. Vor allem sei hervorgehoben, daß die Patienten oft erst nach Monaten vergeblicher Behandlungsversuche zu uns eingewiesen werden. So kamen durchschnittlich die Patienten mit einer Unterschenkel- oder Unterarmpseudarthrose nach acht bis zwölf Monaten in unserer Klinik zur Aufnahme (einzelne Fälle sogar erst nach drei bis fünf Jahren). Bei den Oberarm-Pseudarthrosen waren durchschnittlich 14 Monate und bei den Oberschenkelpseudarthrosen durchschnittlich 27 Monate vergangen, ehe wir die Behandlung fortsetzen konnten.

Von 24 Schienbein-Pseudarthrosen sind 19 operativ behandelt worden, von denen fünf im körperfernen Drittel, dreizehn im mittleren Drittel und einer im Schienbeinkopf lokalisiert waren. Fünf Schienbein-Pseudarthrosen sind einer konservativen Behandlung zugeführt worden. Bei den operativen Eingriffen ist zweimal keine Festigung des Bruches erreicht worden. Mit der einfachen Wadenbeinresektion, die bei sieben Patienten durchgeführt wurde, kam es in fünf Fällen zu einer Pseudarthroseheilung. Bei zwei Patienten trat diese erst ein, nachdem in weiteren Sitzungen Anfrischungen der Bruchenden und eine Knochenspanan-

lagerung vorgenommen worden waren. Dieses Kombinationsverfahren hat sich auch in fast allen übrigen Fällen bei uns sehr gut bewährt, wobei wir jedoch, jeweils von Fall zu Fall unterscheidend, zwischen der einfachen Phemisterspananlagerung und der Knochenspanverriegelung, ausgewählt haben. Dabei kam die Spanverriegelung dann zur Anwendung, wenn entweder ein Knochendefekt zu überbrücken war, oder aber nur sehr schmale Knochenenden sich gerade noch berührten. Auf diese Weise sind von acht Pseudarthrosen des Schienbeines sechs fest geworden. Zwei Fälle stellen die bereits eingangs erwähnten Mißerfolge dar, die zu einer apparat-technischen Weiterbehandlung kamen. In drei Fällen konnte durch einfache operative Anfrischung der Bruchenden bereits die Pseudarthrose ausgeheilt werden. Bei einem Patienten kam es zur Festigung nach Anfrischung der Bruchenden und anschließender Doppelspanndrahtdruck-Osteosynthese. Auf die Verwendung von Marknägeln wurde in allen Behandlungsfällen der Schienbein-Pseudarthrosen verzichtet.

Unser Vorgehen und die Resultate decken sich im wesentlichen mit den meisten anderer Autoren (9,39,40,66,70). Die Wadenbeinresektion als solche wird von uns nicht so sehr als eigentliche Pseudarthrose-Operation angesehen, sondern sie kommt bei uns in all den Fällen regelmässig zur Anwendung, die an der Grenze zwischen einer noch normalen und einer bereits verzögerten Bruchheilung liegen. Oftmals entschließen wir uns sogar bei unseren eigenen frischen

Fällen gleich am Anfang der Behandlung zur Wadenbeinresektion, wenn nach der Art des Schienbeinbruches von vornherein die Sperrwirkung des Wadenbeines angenommen werden kann. Dies ergibt fast immer gute Resultate, ist jedoch unseres Erachtens bei bereits eingetretener Pseudarthrose nicht völlig ausreichend, wie es auch GEORG (18) angibt.

Von insgesamt sieben Fußknöchelbrüchen mit Falschgelenksbildung sind bei zwei Patienten die nicht den ganzen Malleolenteil umfassenden Bruchstücke jeweils exstirpiert worden. Ein Außenknöchelbruch mit Pseudarthrose kam nach Fixation durch Kirschnerdrähte zur Anheilung. In einem Fall unterblieb jegliche Therapie, da die Innenknöchelpseudarthrose funktionell nicht störte und keine Beschwerden verursachte. Bei einem Patienten kam es auf konservativem Wege nach dem Tragen einer Modelleinlage mit Aussenschiene zur Festigung der Innenknöchelpseudarthrose, zwei weitere sind wegen Gegenindikationen nicht aktiv behandelt worden und erhielten wegen der starken Beschwerden eine apparat-technische Versorgung, unter der die Pseudarthrose nicht zur Ausheilung kam.

Bei den Pseudarthrosen an den Unterarmknochen waren es 20 Patienten, die in unserer Behandlung standen. Bei sechs davon war es allein der Radius, der eine Falschgelenksbildung aufwies. In einem Fall gelang es nach der Entfernung eines in einer anderen Klinik eingesetzten

Marknagels unter weiterer Ruhigstellung in Oberarmgipsverbänden die Bruchheilung zu erzielen. Einmal wurde der Speichenknochen genagelt, ein Knochenspan angelagert und eine Ellenresektion vorgenommen, woraufhin die Ausheilung eintrat. Bei zwei Patienten führte eine Marknagelung und gleichzeitige Knochenspananlagerung zum Erfolg. Die Spananlagerung und Ellenresektion brachte wiederum einmal ein gutes Resultat. Bei einer anderen Patienten frakturierte der Span, ausgedehnte Resorptionserscheinungen traten auf und eine apparat-technische Versorgung wurde erforderlich.

Zehn Ellen-Pseudarthrosen konnten sämtlich zur knöchernen Ausheilung gebracht werden. Zu ihrer Behandlung war in zwei Fällen eine Küntschernagelung und in einem Fall eine einfache Doppelspananlagerung ausreichend. Bei sechs Patienten sind beide Methoden kombiniert angewendet worden und in einem Fall entschlossen wir uns zu einem Verschiebespan.

Bei den vier kompletten Unterarmbrüchen, bei denen es zu einer Falschgelenksbildung beider Unterarmknochen gekommen war, ist einmal eine Marknagelung beider Knochen durchgeführt worden mit fester Ausheilung nach fünf Monaten. Ein zweiter Fall war bereits primär am Radius genagelt worden. Wir entfernten diesen Nagel und frischten die Bruchenden an bei gleichzeitiger Nagelung der Elle mit Knochenspananlagerung. Beide Knochen heilten anschließend aus. Ein dritter Fall war durch eine Osteomyelitis nach offener

Unterarmfraktur kompliziert. Es gelang, die Entzündungserscheinungen zum Abklingen zu bringen und ein Jahr später wurden beide Knochen genagelt, was schließlich die Knochenfestigung herbeiführte. Bei dem letzten Patienten dieser Gruppe kam die Speichenpseudarthrose nach Küntschernagelung zur Ausheilung, während die Ellenpseudarthrose nach einer Knochenspananlagerung bestehen blieb, da sich der Span als Sequester abstieß.

Unsere Erfahrungen mit einer Kombination zwischen Küntschernagelung und Spananlagerung sind gut. Dies stimmt überein mit den Berichten von BÖHLER (9) und GRIESSMANN und SCHÜTTEMEIER (19). Solch schlechte Resultate durch Marknagelung bei Unterarm-Pseudarthrosen, evtl. auch in Kombination mit der Knochenspananlagerung, wie sie WITT (70) gesehen hat fanden wir nicht.

Der Vollständigkeit halber seien hier noch unsere drei Pseudarthrosefälle am Ellengriffelfortsatz erwähnt, die zweimal keine Beschwerden verursachten und deshalb auch nicht behandelt wurden. Nur einmal ist wegen rezidivierender Beschwerden das kleine abgebrochene Knochenelement exstirpiert worden.

16 Patienten mit einer Schenkelhalspseudarthrose standen in unserer Behandlung, wobei wir uns in sieben Fällen zu einem operativen Vorgehen entschlossen hatten. Bei zwei Patienten festigte sich die Pseudarthrose nach Ent-

fernung eines auswärts eingeschlagenen Marknagels unter weiterer Ruhigstellung in Gipsverbänden. Bei zwei Patienten wurde ebenfalls ein Nagel entfernt und im weiteren Verlauf trat keine Heilung ein. Die Umlagerungsosteotomie brachte in zwei Fällen eine Stabilisierung der Schenkelhalspseudarthrose. Bei einer 62-jährigen Frau war der Oberschenkelkopf völlig nekrotisch geworden und befand sich in pseudarthrotischer Verbindung mit dem Rest des Schenkelhalses; er wurde entfernt und der Trochanter in die Hüftpfanne eingestellt mit nachfolgenden befriedigenden funktionellen Ergebnissen.

Bei den Oberschenkelpseudarthrosen erfolgte in acht Fällen eine Pseudarthroseoperation und in einem Fall mußte auf jegliches aktives Vorgehen verzichtet werden, da der Patient in einem sehr schlechten Allgemeinzustand war. Unter den Operationen bevorzugten wir die Verwendung eines Marknagels (sechs Patienten), die wir teilweise mit einer Spananlagerung kombinierten (dreimal). Ein Erfolg blieb uns in zwei Fällen aus, so daß auf einen Stützapparat übergegangen werden mußte. Bei einem Falle reichte die Bruchrevision mit Entfernung interponierten Narbengewebes aus, um die Pseudarthrose zu beseitigen. Bei einem Patienten entschlossen wir uns zu einer Spananlagerung, nachdem eine jahrelang vorausbestehende Osteomyelitis zur Ruhe gekommen war. Diese flackerte jedoch nach der Operation erneut auf, so daß eine Amputation erfolgen mußte. Im Allgemeinen weichen unsere Resultate nicht von den Erfahrungen ab,

die auch BÖHLER, LANGE und WITT (8,9,39,70) angegeben haben.

Alle elf Oberarmpseudarthrosen sind operativ behandelt worden. Wiederum kam hauptsächlich eine Kombination zwischen Marknagelung und Knochenspananlagerung zur Anwendung (acht Fälle). Nur bei einem Patienten trat hierbei ein Mißerfolg ein, wo jedoch weitere apparat-technische Versorgung erfolgte. Bei den weiteren drei Patienten war der Verlauf derart kompliziert, daß im einzelnen hierauf eingegangen werden soll.

Bei einem 45-jährigen Mann fand in dem erstversorgenden Krankenhaus eine Marknagelung des Oberarmschaftbruches statt. Kurze Zeit danach zerbrach der Marknagel und mit einem zweiten eingeschlagenen Marknagel geschah das gleiche. Daraufhin erfolgte eine PHEMISTER-Spananlagerung, die keine Bruchfestigung herbeiführte. Mit voll ausgeprägter Pseudarthrose bei starker Achsabweichung der Bruchenden kam der Patient in unsere Behandlung. Wir versuchten durch weite Aufbohrung der Markhöhle und erneute Küntschernagelung eine Festigung zu erreichen, was nicht gelang. Auch in weiteren Sitzungen durchgeführte Bolzungenmittels Knochenspan und eine Doppelspanndrahtdruckosteosynthese führten zu keinem Erfolg. Vier Jahre nach dem Unfall trat eine Osteomyelitis auf und Sequester mußten entfernt werden. Fünfeinhalb Jahre nach dem Unfall mußten wir uns zu einer Amputation entschließen.

Bei einer fünfundzwanzigjährigen Frau bestand die Erstversorgung eines Oberarmbruches in einer Küntschernagelung, und nachdem die Bruchheilung verzögert war, hatte man einen Knochenspan angelagert. Nach der Nagelentfernung erreichten wir durch eine Bolzung mittels Knochenspan keine Festigung. Auch zweimalige Versuche, mittels Doppelspanndrahtdruckosteosynthese eine Heilung zu erzielen, blieben erfolglos.

Nur in einem dieser komplizierten Fälle gelang es, nach mehrfachen Behandlungsversuchen endlich eine Bruchfestigung zu erzielen, und zwar handelte es sich um einen fünfunddreißigjährigen Mann mit einem ellbogengelenknahen Oberarmbruch. Hier war der erste Versuch, die Bruchenden mit Federspannschrauben zu fixieren, fehlgeschlagen. Nach erneuter Auffrischung der Bruchenden und deren Aufsplitterung nach KIRSCHNER sowie Einsetzen eines Spongiosaspanes trat die Ausheilung ein.

Die von uns gemachten Erfahrungen bei der Versorgung der Oberarmpseudarthrosen stehen im Gegensatz zu BÖHLER, LANGE und WITT (9,39,70), welche die Marknagelung bei der Oberarmpseudarthrose nur in den allerseltensten Fällen für angezeigt halten.

Die Anzahl der Pseudarthrosen am Daumengrundglied und an den Mittelhandknochen sind zu gering, um besondere Erfahrungen daraus ableiten zu können. In allen beob

achteten acht Fällen gelang es durch Anfrischen der Bruchenden mit anschließender Fixierung, die teils mit KIRSCHNERdrähten und teils mit Cerclagedrähten vorgenommen worden war, die Ausheilung zu erreichen. Bei fünf Patienten war dabei gleichzeitig auch noch ein Knochentransplantat verwendet worden. Im wesentlichen halten wir uns beim operativen Vorgehen bei diesen Pseudarthrosen an die von BUNNELL (16) gegebenen Richtlinien.

Unter den konservativen Behandlungsmethoden ist zu unterscheiden zwischen denjenigen Maßnahmen, die der eigentlichen Behandlung der Pseudarthrose dienen mit dem Ziel, diese zur Ausheilung zu bringen und zwischen denjenigen orthopädisch-technischen Verfahren, die der Behandlung der durch die Pseudarthrose verursachten Funktionsstörung dienen bzw. einen eingetretenen Endzustand so gut als möglich zu verbessern versuchen.

a) Der Gipsverband, technisch einwandfrei angelegt, gewährt auch über lange Zeit die günstigste Ruhigstellung einer Pseudarthrose, wenn diese während der Behandlung aller Entzündungsprozesse im Bruchbereich erforderlich ist. In vielen Fällen kommt es mit Hilfe dieser konsequenten Ruhigstellung ohne weitere grosse Eingriffe zur Ausheilung der Pseudarthrose, wenn es gelingt, den Entzündungsprozess zur Abheilung zu bringen. Zur Sicherung aller Operationsresultate kann auf den Gipsverband ebenfalls nicht verzichtet werden. Wir wissen, daß diese Indikationsstellungen in der

konservativen Behandlung von Pseudarthrosen nicht von vielen anderen Autoren geteilt werden. (37,40). Vor der Anwendung länger liegender Gipsverbände wird wegen der gefürchteten Versteifungen der benachbarten Gelenke immer wieder gewarnt (2) . Da jedoch in sehr vielen Fällen monatelange Ruhigstellungen in Gipsverbänden vorausgegangen sind, die bereits nicht besserungsfähige Kontrakturen entstehen ließen, so dürfte die Fortsetzung der Gipsbehandlung in all den Fällen gerechtfertigt sein, die hierdurch noch eine gewisse Aussicht auf Heilerfolg haben. Dabei ist insbesondere an den Stauchungseffekt im Gehgipsverband gedacht, der praktisch durch keine andere konservative Methode bei gleichzeitiger optimalster Ruhigstellung so gut erreicht werden kann.

b) Die apparattechnische Versorgung kommt während der eigentlichen Heilbehandlung und als Dauerversorgung infrage. Dabei ist zu unterscheiden zwischen denjenigen Konstruktionen, die nur eine Knochen- und Gelenkführung erreichen sollen (Schienenschellenapparate) und denjenigen, die eine weitgehende Ruhigstellung einer Extremität bzw. deren Abstützung zu bewirken haben (Schienenhülsenapparat 11,27). Gilt es in der Pseudarthrosebehandlung größere Zeiträu-me zu überbrücken, ehe man in eine weitere aktive Behandlungsphase eintreten kann, so wird man sich stets mit Erfolg der Apparatversorgung bedienen. Dies ist zum Beispiel der

Fall, wenn die Vorbehandlungen einen lange bestehenden Hautdefekt oder eine Osteomyelitis zur Ausheilung brachten und abgewartet werden muß, ehe eine stabilisierende Operation durchführbar ist. In der Regel ist es dabei ausreichend, an den Fragmenten eine Zunahme der Achsabweichungen oder eine weitere Verkürzung zu verhindern. An der oberen Extremität bieten sich hierfür die leichteren Schienenschellenapparate an, während an der unteren Extremität meist auf festere Konstruktionen zurückgegriffen werden muß, um eine Steh- und Gehfähigkeit zu erreichen. Für die Dauerversorgung gelangen in letzter Zeit auch Kunststoffmaterialien zur Anwendung.

Von den in unserer Klinik konservativ behandelten Pseudarthrosefällen seien zuerst diejenigen herausgegriffen, bei denen es sich nach unserer Behandlungsübernahme um Ausheilung handelte. Im einzelnen waren es drei Schienbein-, zwei Schenkelhals- und eine Innenknöchelpseudarthrose.

Fall A.

Während der auswärtigen Behandlung einer Schienbeinschaftpseudarthrose, die eineinhalb Jahre angedauert hatte, entwickelte sich eine Osteomyelitis. Zuletzt hatte man diesem Patienten einen Unterschenkelstützapparat gegeben. Wir setzten die Therapie mit Ruhigstellungen im Oberschenkelgipsverband fort und es gelang mit medikamentöser Unterstützung, den Entzündungsprozess zum Abklingen zu bringen.

Sechs Monate nach der Ruhigstellung im Gipsverband heilte die Falschgelenksbildung aus. Hier dürfte die nicht konsequente Ruhigstellung im Unterschenkelstützapparat wesentlich für die verzögerte Bruchheilung verantwortlich sein.

Fall B.

Wegen einer chronischen Osteomyelitis im Bereich einer Pseudarthrose kurz unterhalb des Schienbeinkopfes war bei einem zweiundvierzigjährigen Mann ein operatives Vorgehen nicht möglich gewesen. Sechs Monate nach dem Unfall übernahmen wir die Behandlung. Innerhalb von vier Wochen ging die Osteomyelitis bei gezielter antibiotischer Therapie zurück. Der Patient erhielt einen Schienenhülsenapparat. Bereits kurze Zeit später traten zunehmende Festigungsvorgänge ein. Nach einem Jahr konnte auf den Stützapparat verzichtet werden.

Fall C.

Eine Schienbeinpseudarthrose war bei einem zweiunddreissigjährigen Mann ein Jahr nach dem Unfall in einer anderen Klinik mit einer BECK'schen Bohrung und einem PHEMISTERspan versorgt worden. In den anschließenden drei Jahren festigte sich der Bruch nicht und infolge mangelhafter Ruhigstellung kam es zunehmend zu einer Fehlstellung. Nach stationärer Aufnahme bei uns wurde diese in Gipsverbänden weitgehendst ausgeglichen. Nach acht Wochen Behandlungsdauer heilte die Pseudarthrose aus.

Fall D.

Ein medialer Schenkelhalsbruch einer achtundsechzigjährigen Frau wurde anderwärts kurze Zeit in einem Extensionsverband ruhiggestellt und anschließend acht Wochen in einem Beckenbeingips fixiert. Unter der dann durchgeführten Belastung des Beines wichen die Bruchenden voneinander ab und es trat eine Pseudarthrose auf. Wir stellten in Narkose die Bruchenden wieder aufeinander und nach weiteren sechs Monaten trat bei entsprechender Ruhelage in Gipsverbänden die Ausheilung ein.

Fall E.

Bei einer vierundsechzigjährigen Frau trat nach einem medialen Schenkelhalsbruch eine Osteomyelitis auf, die zu einer Pseudarthrose führte. Zehn Monate nach dem Unfall kam die Patientin in unsere Klinik. Die Osteomyelitis ließ sich durch Antibiotika beherrschen. Im Anschluß an eine achtmonatige Gipsbehandlung war die Heilung eingetreten.

Fall F.

Eine Fußinnenknöchelfraktur war bei einem achtundzwanzigjährigen Patienten in eine Pseudarthrose übergegangen. Es war keine Ruhigstellung vorausgegangen, als wir den Patienten acht Monate nach dem Unfall übernahmen. In einem Unterschenkelstützapparat mit steifgestellten Knöchelgelenk festigte sich nach sechs Monaten die Pseudarthrose.

Tabelle 4.

Indikationsstellung zu einer apparativen Dauerversorgung

	Lokalisation der Pseudarthrosen								
Indikation	Collum femuris medialis	Medialer Malleolus	Femur	Tibia	Radius	Humerus	Ulna	zusammen	
Schenkelkopfnekrose	x x							2	
Ablehn. eines op. Eingriffes v.Seiten d.Pat.	x	x x						3	
Zu hohes Alter u. reduz.Allgemeinzustand	x		x					2	
Chron. Osteomyelitis				x x				2	
Keine Heilung nach Operation	x		x x	x x	x	x x	x	9	
Summe	5	2	3	4	1	2	1	18	

In der Tabelle 4 haben wir alle diejenigen Patienten aufgeführt, bei denen wir als Dauerversorgung eine apparattechnische Methode anwendeten. Hierbei sind alle diejenigen Fälle zusammengefasst, deren operative Behandlung fehlgeschlagen war oder bei denen Kontraindikationen zu einem operativen Vorgehen bestanden. Um welche Arten der Pseudarthrose es sich dabei im einzelnen handelt, kann der Tabelle entnommen werden.

Von den vier Unterschenkelpseudarthrosen lag die Falschgelenksbildung in drei Fällen so knöchelgelenknahe, daß ein Unterschenkelstützapparat ausreichend war. Bei einem nicht verheilten kniegelenknahen Unterschenkelbruch mußte auf einen Oberschenkelstützapparat zurückgegriffen werden.

Alle drei Oberschenkelpseudarthrosen erhielten einen Oberschenkelstützapparat. In gleicher Weise sind wir bei den fünf medialen Schenkelhalspseudarthrosen vorgegangen, wobei hier besonders erwähnenswert ist, daß drei dieser Patienten den Apparat ablegten, da sie ohne diesen mit Hilfe von Stockstützen das Bein ohne größere Beschwerden ausreichend belasten konnten. Die vier Patienten mit einer lateralen Schenkelhalspseudarthrose erhielten keinen Stützapparat. Hohes Lebensalter bzw. wesentliche Fehlstellungen im Hüftbereich ließen keine Apparatversorgung zu.

In der Versorgung von Pseudarthrosen nur eines Unterarmknochens bevorzugen wir die Verwendung einer Unterarm-Mittelhand-Walklederhülse, die zwei unserer Patienten erhielten. Bei beiden war es unter der vorausgegangenen Behandlung zu starken Einschränkungen in der Beweglichkeit beim Drehen des Unterarmes und im Handgelenk gekommen. Auch die zwei Patienten mit einer Oberarmpseduarthrose erhielten von uns Unterarm-Oberarm-Walklederhülsen mit einer Schulterkappe.

Während der Nachbehandlung nach vorausgegangener erfolgreicher Pseudarthroseoperation hielten wir es bei drei ehemaligen Schienbein-, drei Speichen- und einem Ellenbruch für angezeigt, eine Apparatversorgung durchzuführen. Nach Eintritt einer klinischen und röntgenologischen Bruchkonsolidierung beließen wir die Apparate durchschnittlich noch weitere sechs Monate.

III) Das Pseudarthrosenproblem und seine sozialen Auswirkungen

Ein gut heilender Knochenbruch läßt sich in der Regel bezüglich seines weiteren Verlaufes und den später evtl. zurückbleibenden Funktionsstörungen und Beschwerden sowohl vom Behandler als auch vom Patienten relativ frühzeitig übersehen. Schon die Ungewissheiten beim Auftreten einer verzögerten Bruchheilung stellen besondere Anforderungen an die Beteiligten. Verständlicherweise wünscht

der Verletzte in irgendeiner Form eine Auskunft über die Prognose des Heilverlaufes zu erhalten. Alle seine weiteren Dispositionen hängen davon ab. Im modernen technischen Zeitalter ist man aus dem Umgang mit Maschinen und technischen Konstruktionen gewohnt, mit dem Begriff einer "Garantie" umzugehen. Kann diese für bestimmte Dinge nicht abgegeben werden, so ist entweder das "Material" schlecht oder die "Konstruktion" als solche fehlerhaft gewesen. Beidesmal werden die Fehler in den Aufgabenbereich des "Konstrukteurs" gelegt. Den Ärzten ist der Begriff der Komplikationen klar, ohne daß sie hierdurch auf den Einzelfall bezogen sichere Voraussagen machen können. Der in technischen Begriffen denkende moderne Mensch setzt praktisch stets voraus, daß sein körpereigenes "Material" von optimaler Beschaffenheit ist. Die nach seiner Verletzung, die bestenfalls noch als Schicksal aufgefasst wird, eintretenden Komplikationen werden dann allzu gern den angewendeten "Konstruktionen" bzw. deren Urhebern zur Last gelegt. Es bedarf einer oft anstrengenden und nie ermüdenden psychologischen Aufklärung und Führung des Verletzten, ihm den Verlauf auch dann klar zu machen, wenn der Heilverlauf von der Norm abweicht. Nur bei guter Einsicht und Mitarbeit auch seitens des Patienten können bei chronischen bzw. subchronischen Heilverläufen noch annehmbare Resultate erzielt werden. Wie schon die Mannigfaltigkeiten der zur Pseudarthrosebehandlung empfohlenen Behandlungsverfahren zeigen, werden hier im Einzelfall bezüglich der Auswahl der Methoden spezielle Qualifikationen vom Be-

handler verlangt. Zusätzlich müssen ihn auch noch die Probleme belasten, die mit der Sorge um die weitere wirtschaftliche Existenz des Patienten zusammenhängen, da er auf alle Fälle beratend und auf Grund seiner Erfahrungen helfend eingreifen kann. Der Arzt hat in allen diesen Fällen für eine gute Koordinierung der Hilfeleistungen zu sorgen, die von den Administrationen, Versicherungen und auch vom Familienkreis zur Verfügung gestellt werden können.

Nach unseren Beobachtungen bleibt für den Patienten mit einer Pseudarthrose bei einer oft Jahre andauernden Behandlungszeit auch bei bester wirtschaftlicher Hilfe seitens der gesetzlichen Versicherungsträger immer noch eine manchmal nicht unerhebliche finanzielle Last. Erfolgt schließlich ein Abschluß der Behandlung und ist die Pseudarthrose ausgeheilt, so bleiben in der Regel stärkere Funktionsstörungen und Beschwerden zurück. Wir kontrollierten daraufhin 82 Patienten und fanden, daß bei allen zumindest eines der benachbarten Gelenke in seiner Funktion deutlich beeinträchtigt war. Bei 43 Fällen war die Muskulatur verschmächtigt, 26 wiesen Durchblutungsstörungen auf und bei 9 war eine Verkürzung eingetreten, was besonders für die untere Extremität gilt. Entsprechend diesen Störungen und Beschwerden waren die Beeinträchtigungen in der Ausübung des alten Berufes. Bezogen auf 82 Beobachtungen war in 60% der Fälle ein Arbeitsplatzwechsel notwendig geworden. Dabei war nur für einen Patienten eine

Umschulung erforderlich. Alle anderen konnten im Rahmen einer guten Berufsfürsorge so umgestellt werden, daß sie einen ihrer Körperbehinderung angepassten Arbeitsplatz bereits nach kurzer Anlernzeit ausfüllen konnten.

Stets müssen von den Versicherungsträgern hohe Kosten aufgewendet werden, wenn sich ein Heilverlauf bei einer Pseudarthrose über Monate und Jahre hinzieht. Wir haben, um nur einen annähernden Wert einmal als Beispiel herausstellen zu können, die Gesamtkosten bis zum Abschluß der Behandlung bei einer Oberarmpseudarthrose zusammengestellt, wobei es sich um einen Patienten mit einem monatlichen Bruttoeinkommen von DM 500.- handelte. (Verdienst vor dem Unfall). Über 3 1/2 Jahre erstreckte sich die Behandlung. Von der Versicherung war eine Gesamtsumme von DM 18 000.- aufgebracht worden. Hierin sind alle ambulanten und stationären Behandlungskosten, das Krankengeld, die Rentenvorschüsse und Sonderbeihilfen enthalten. In den berufsgenossenschaftlichen Heilverfahren sind alle diese hohen finanziellen Leistungen dank guter gesetzlicher Voraussetzungen gedeckt. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß die Allgemeinheit in irgendeiner Form zu diesen Aufwendungen wieder beitragen muß.

C. Zusammenfassung

Die Aufgabe dieser Arbeit war es, aus der Sicht einer berufsgenossenschaftlichen Klinik, die in der Nachsorge Unfallverletzter eine ganz bestimmte Sonderstellung einnimmt, die Probleme aufzuzeigen, die sich bei den Pseudarthrosen langer Extremitätenknochen in hundert Fällen in den vergangenen vier Jahren dargestellt haben. Vorausgehend wurde auf die verschiedenen operativen und konservativen Verfahren hingewiesen, wie sie aus der Literatur zu entnehmen sind. Wegen der großen Unterschiedlichkeit der Verletzungsgruppen und deren teils recht abweichenden Vorbehandlung war es nicht möglich, eine einheitliche Besprechung vorzunehmen. Man muß sich in der Zusammenfassung darauf beschränken, mitzuteilen, daß wir in jedem Einzelfalle zuerst versuchten, die kleinsten und schonendsten Eingriffe anzuwenden und bereits damit nicht unerhebliche Heilerfolge erzielten. Bei strenger Indikationsstellung sind auch alle übrigen in der Literatur zur Pseudarthrosenbehandlung empfohlenen Verfahren mit nur wenigen Ausnahmen angewendet worden. Soweit die Differenziertheit des Beobachtungsmaterials hierüber ein Urteil zulässt, sind es die Kombinationsverfahren, die an den langen Extremitätenknochen die günstigsten Heilerfolge zeigten. Die entzündlichen Prozesse an der Bruchstelle nach Infektionen bereiten wesentliche Schwierigkeiten, sind jedoch nur in den seltensten Fällen bei konsequenter und gezielter Therapie nicht zu beherrschen.

Alle Bestrebungen unserer Therapie gingen dahin, die verlorengegangene Knochenstabilität in irgendeiner Weise wieder zu erreichen, auch wenn dabei teils erhebliche Funktionsstörungen in Kauf genommen werden mußten. Nur wenn dieses Ziel auch bei erheblich langwierigen Heilverläufen nicht zu erreichen war, ist auf andere Methoden der Pseudarthroseversorgung übergegriffen worden. Die eingangs bereits erwähnte Sonderstellung unserer Klinik lässt auch in sozialer Hinsicht bei den Pseudarthrosen Probleme aufzeigen, die von ärztlicher Seite aus nicht unbeachtet bleiben können.

Literaturverzeichnis

1) Anderson, W.A.D. — Pathology. St.Luis: The Mosby Company 1205,1957.

2) Allgöwer, E. — Indikation und Technik der Osteosynthesen. Bericht über die Unfallchir.Tagung i. Mainz am 19.u.20.Mai62. Veranstaltet v.Landesverband Hessen-Mittelrhein der Gewerbl.Berufsgen. S.161-167.

3) Bauer, K.H. — Über allgemeine Kriegschirurgie der Gliedmaßen. Münch.Med.Wschr. S.771-776 (1942).

4) Bauer, K.H. — Frakturen und Luxationen. Berlin-Göttingen-Heidelberg Springer 1927.

5) Bier, A. — Beobachtungen über Regeneration beim Menschen. XII. Abhandlung Regeneration der Knochen. -- Die Pseudarthrose. Dtsch.Med.Wschr. 125,I.T.,452 (1918).

6) Bier, A. — Hyperaemie als Heilmittel. Leipzig F.O.W.Vogel 1905.

7) Block, W. — Fehler und Gefahren bei der Zugbehandlung der Knochenbrüche. Arch.Klin.Chir. 187,195 (1937).

8) Böhler, J. — Zur Behandlung veralteter Brüche und Pseudarthrosen des Schenkelhalses. Schweiz.Med.Wschr. 1933 (1947).

9) Böhler, L. — Die Technik der Knochenbruchbehandlung II.T.,II.Bd. Wien, Verlag Wilhelm Maudrich, 1957.

10) Böhler, L. — Berichte über die bei 3308 Unterschenkelbrüchen in den Jahren 1926 - 1950 im Wiener Unfallkrankenhaus erzielten Behandlungsergebnisse unter Benützung des Hollerithverfahrens. Hefte z. Unfallheilkunde. Berlin-Göttingen-Heidelberg Springerverl.

11) Bohne, O.S. — Orthopädische Apparate. Handbuch der Orthopädie I. S.939-1021. Stuttgart Thieme 1962

12) Brandt, G. Pseudarthrosen bei Unfallverletzten, ihre Ursachen und Behandlung. Berufsgenossenschaft (1936).

13) Brandt, G. Verzögerte Knochenbruchheilung-Pseudarthrosebildung. Leipzig Georg Thieme 1937.

14) Brun, P. Über das Wesen und die Behandlung der Pseudarthrose. 2 Bände. Zürich, Rascher 1918/19.

15) Bruns, P. Die Lehre von den Knochenbrüchen. Stuttgart, Ferd. Enke 1886.

16) Bunnel, P. Surgery of the hand. Lippincott, Philadelphia, 1948.

17) Gelbke, H. Die Ergebnisse der Pseudarthrosenbehandlung. D.Zt.Chir. 262,(1949).

18) Georg, H. Behandlung und Endergebnisse von 74 Tibia-Pseudarthrosen. Referate der Unfallchir. Tagung in Heidelberg am 7.u.8.Jan.1955, S.157-162

19) Grießmann,H. und W. Schüttemeier Weitere Erfahrungen mit der Marknagelung nach Küntscher an der Chir.Univ. Kl.Kiel. Chir.XXX,316 (1947).

20) Guleke, N. Die Pseudarthrose nach Schußfrakturen und ihre Behandlung. Schjerings Handbuch der ärztlichen Erfahrung im Weltkriege. Leipzig, Joh.Ambr.Barth 1922.

21) Hamperl, H. Lehrbuch der allg.Path.u.d.path.Anatomie. Berlin-Göttingen-Heidelberg, Springer 1954.

22) Hellner, H. und R.Nissen Lehrbuch der Chirurgie. Stuttgart Georg Thieme, 1957.

23) Henschen, C. Die medizinischen Arbeitsschäden des Kniegelenks und der Menisken in sportlicher, militärischer und beruflicher Betätigung durch Übernützung der statischen, dynamischen und der Schwingungselastizität. Schweiz.Med.Wschr. 1368 (1929).

24) Henschen, C. — Die Festigkeitsverhältnisse und die Ermüdbarkeit des lebenden Knochens und die klinische Pathologie der Knochenermüdung. Verhdl.Schweiz.Naturforsch.Ges. Zürich, Sept.1917.

25) Hipp, E. — Hüftkopfnekrose. Neue Gesichtspunkte ihrer Entstehung auf Grund angiographischer Untersuchungen. Verhandlungen d.dtsch.orthop.Ges. Fünfzigster Kongr. Beilageheft Ztschr.Orthopädie 97 Stuttgart, Ferd. Enke S.254-260 (1963).

26) Hohmann, G. — Die Pseudarthrosenbehandlung. Münch.Med.Wschr. 1483 (1931).

27) Jottkowitz, L. — Orthop. Stützapparate. Arbeit und Gesundheit. Stuttgart G. Thieme, 1927.

28) Jüngling, O. — Über Pseudarthrosen im Kindesalter. Bruns Beiträge 90,649 (1914).

29) Karger, A. — Bericht über Pseudarthrosenbehandlung innerhalb v. 20 Jahren (Unfallkrankenhaus Kalwang). Zbl.Chir. 86,1011 (1961).

30) Kaspar, M. — Ausdehnung der Indikation zur Knochenverpflanzung auf die verzögerte Kallusbildung. Chirurg 491 (1951).

31) Kassowitz, M. — Die normale Ossifikation und die Erkrankungen des Knochensystems. T.I. Wien, Wilh. Braunmüller 1881.

32) Key, J.A. und H.C. Conwell — Fractures, Dislocations and Sprains. sixth edition. Mosby St. Louis 1956.

33) Klapp, W. — Medizinische Aussprache. Med.Welt 24,854 (1934).

34) König, F. — Entstehung und Verhütung von Pseudarthrosen. Chirurg 2,497 (1930).

35) König, W. — Die Behandlung langsam oder garnicht heilender Knochenbrüche. Münch.Med.Wschr. 862 (1935 I).

36) Küntscher, G. — Die Behandlung der Pseudarthrose. Zbl.f.Chir. 4,170 (1960).

37) Küntscher, G. Die Marknagelung. Berlin, Dr.W.Saenger 1950.

38) Lange, M. Unfallorthopädie. Stuttgart, Ferd. Enke 1949.

40) Langmuss, F. Die verzögerte Knochenbruchheilung bei Unterschenkelschaftbrüchen. Arch.Orthop.Unfallchir. 46,233 (1953/54).

41) Lauche, A. Handbuch der Spez. Histologie Bd.IX/3. Henke-Lubarsch. Berlin Springer 1937.

42) Leger, W. Zur Kopf- und Knorpelnekrose bei Epiphyseolysis capitis femoris. Zschr.f.Orthop.und ihre Grenzgebiete. 98/II 155-167 (1964).

43) Lexer, E. Über die Entstehung von Pseudarthrosen nach Frakturen und nach Knochentransplantationen. Arch.klin.Chir.119,520-607 (1922).

44 Lexer, E. 21 Jahre Transplantationsforschung i.d. Chirurgie. Arch.klin.Chir. 138,251-301 (1925).

45) Lexer, E. und E. Rehn Lehrbuch der Allg. Chirurgie. Bd.II. Stuttgart, Ferd. Enke, 1931.

46) Martin, B. Die sympathische Knochenerkrankung. Arch.klin.Chir. 129,45 (1924).

47) Martin, B. Zur Entstehung der sympathischen Knochenerkrankung. Arch.klin.Chir. 178,81 (1933).

48) Matti, H. Knochenbrüche und ihre Behandlung. Berlin Springer 1918.

49) Müller, P.D. Grundsätzliche Fragen zur operativen Frakturenbehandlung. Referate der Unfallmed. Tagung am 4.u. 5.März 1960 in Freiburg /Breisg. S.73-78.

50) Nusselt, H. Über die Behandlung der Pseudarthrosen mit dem Auflagespan nach Phemister. Chirurg. 22,51-55 (1951).

51) Oberdahl-Hoff, H. Die Doppelbolzung des Schenkelhalses bei Pseudarthrosen bzw. verzögert heilenden Brüchen des medialen Schenkelhalses. Langenbecks Arch.u.Dtsch.Z.Chir. 233,90 (1949/50).

52) Okonek, G. — Über Zwischenlagerung von Weichteilen bei Knochenbrüchen. Arch.orthop.Chir. 33,200 (1931).

53) Pauwels, P. — Der Schenkelhalsbruch ein mechanisches Problem. Stuttgart, Ferd. Enke 1935.

54) Pauwels, F. — Grundsätzliches über Indikation und Technik der Umlagerung am Schenkelhals. Langenbecks Arch.f.klin.Chir. 262,104 (1949).

55) Pauwels, F. — Verh.Dtsch.orthop.Ges. 34. Kongress 1941.

56) Payr, E. — Gelenksteifen und Gelenkplastik. Berlin Springer 1934.

57) Pommer, A. — Zur Kenntnis der mikroskopischen Befunde bei Pseudarthrosen. Wiener klin.Wschr. 11/I (1917).

58) von Redwitz, E. — Der derzeitige Stand der Pseudarthrosenfrage. Hauptbericht erstattet auf der 87. Tagung. Vereinig.niederrhein.westf. Chir. Arch.klin.Chir. 182,649 (1935).

59) Rehn, E. — Fraktur und Muskel. Arch.klin.Chir. 127,640 (1923).

60) Rigal,A. et V. Vigal — Recherches expérimentales sur la formation du cal et sur les modifications des tussues dans les pseudarthroses. Arch.de physiol. 13,419-458 u. 554-583 (1881).

61) Rostock, P. — Erkennung und Behandlung der Knochenbrüche und Verrenkungen. Leipzig Georg Thieme 1942.

62) Roux, W. — Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen. Leipzig Wilhelm Engelmann 1895.

63) Rutishauer und Maulbetsch — zitiert nach Lauche. Handbuch der Spez.Histologie Bd. IX/3 Henke-Lubarsch Berlin, Springer 1937.

64) Schaffer, V. — Das Knorpelgewebe. Handbuch der Mikroskopischen Anatomie. d. Menschen. Bd.II., 2.T. 1930.

65) Schmidt, M.B. Allgem. Path. u.path.Anatomie der Knochen. Erg.Path. 4/II,531 (1897).

66) Stotz, W. Die Fibularesektion bei Pseudarthrosen und verzögerter Knochenbruchheilung d. Schienbeins. Zbl.Chir. 1418 (1942).

67) Thomsen, W. Über Spätfolgen nach Verletzungen des Unterarmknochens, insbesondere des Radius. Arch.orthop.Chir. 36,580 (1936).

68) Trueta, J. Die Nekrose des Hüftkopfes nach traumatischer Luxation. Verh.d.dtsch-orthop.Ges. Fünfzigster Kongress. Beilageheft zu Bd. 97 d.Tschr.f. Orthop. 263-265 (1963).

69) Werwie, M. Beitrag zur Behandlung der Pseudarthrosen des Unterschenkels. Chirurg 405 (1951).

70) Witt, A.N. Die Behandlung der Pseudarthrosen. Berlin, Walter de Gruyter, 1952.

71) Witt, A.N. Wandlungen in der Behandlung der Kallusverzögerung und Pseudarthrose. Verh.d.dtsch.orth.Ges. Fünfzigster Kongress Beilageheft zu Bd. 97 d.Zschr.f.Orthop. 313-329 (1963).

72) Wustmann, O. Die Doppeldrahtdruckosteosynthese zur Behandlung von Pseudarthrosen des Unterschenkels und schwerer Frakturen. Chirurg. 49 (1951).

Herrn Professor Dr. med. L. K r e u z möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas sowie die ideelle und materielle Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit meinen ergebensten Dank aussprechen.

Für die Hilfe und ständige Beratung während der Abfassung der Arbeit gilt Herrn Dr. med. Peter S i m o n mein ganz besonderer Dank.

L e b e n s l a u f

Am 21.Juni 1935 wurde ich, Christa Arras, geb.Satzinger, als Tochter des Pfarrers Dr.phil. Otto Satzinger und seiner Ehefrau Maria geb. Hofmann, zu Großkarolinenfeld Kreis Rosenheim geboren.

Nach vierjährigem Volksschulbesuch trat ich in die Oberrealschule in Murnau ein. Von 1950 ab besuchte ich das Realgymnasium in Garmisch-Partenkirchen, wo ich im Juni 1954 das Abitur ablegte.

Im Wintersemester 1954 immatrikulierte ich mich an der Veterinär-Medizinischen Fakultät in München. Nach zwei Semestern wechselte ich zum Studium der Humanmedizin über. Im Juli 1957 bestand ich die ärztliche Vorprüfung.

Die klinischen Semester studierte ich an den Universitäten Innsbruck, Freiburg und Tübingen. In Freiburg war ich neben dem Studium für ein Jahr als studentische wissenschaftliche Mitarbeiterin an einem Krebsforschungslaboratorium der Deutschen Forschungsgemeinschaft eingesetzt. Das Medizinische Staatsexamen bestand ich am 25.September 1961 in Tübingen.

Nach Ableistung der Medizinalassistentenzeit erhielt ich am 15.September 1963 die ärztliche Approbation. Seit dieser Zeit bin ich Assistentin an der Hautklinik der Universität Heidelberg.

Am 21.April 1962 habe ich den Arzt Dr.med. Helmut Arras geheiratet.

Fotodruck Frau Elly HUTH Tübingen